

ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ТИТАНА ПРИ ДОБАВЛЕНИИ СКАНДИЯ

Грушин И.А., Петров А.А., Сафарян А.И.

Руководитель - проф., д.т.н. Скворцова С.В.

«МАТИ»- Российский государственный технологический университет имени
К.Э.Циолковского

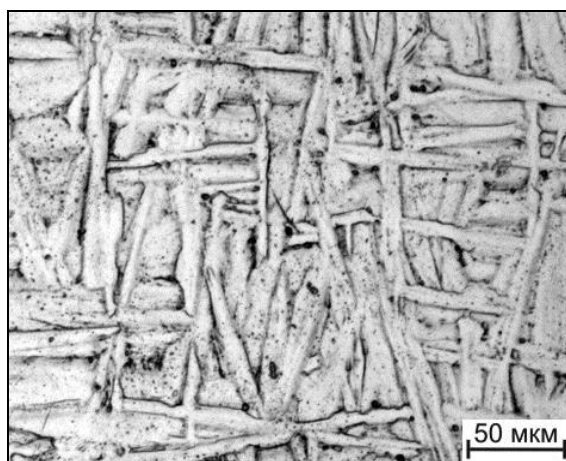
121552, Москва, Оршанская, 3, каф. «МиТОМ»,

тел.: (499) 141-94-64, факс: (495) 417-89-78

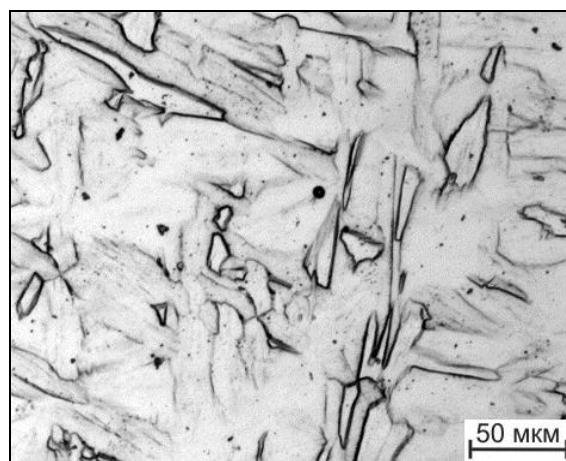
В работе проведены исследования влияние содержания Sc на формирование фазового состава и структуру титана при термической обработке, а также его влияние на значение плотности в зависимости от содержания.

Создание сплавов на основе титана с пониженной плотностью для повышения их удельных характеристик, является актуальной проблемой современного авиационного материаловедения. В настоящее время существует множество методов достижения поставленной задачи: в системе легирования сплава должны быть компоненты с малой плотностью; легирующие элементы должны образовывать с титаном твердые растворы замещения; необходимо создание гетерогенных сплавов, т. к. межфазные границы, являясь дефектными и менее плотными областями кристаллического тела, приводят к снижению плотности; выделение промежуточных фаз на основе интерметаллических соединений допустимо только в случае, если эффект от низкой плотности компонентов интерметаллидов не нивелируется образованием сильных ковалентных связей и «компактирования» решетки; снижение плотности может быть достигнуто также за счет частичной или полной аморфизации сплава, однако в данном случае особое внимание следует обращать на свойства полученных сплавов[1, 2].

Одним из методов достижения поставленной задачи является снижение плотности за счет легирования компонентами с более низкой плотностью. Одним из таких элементов является скандий. Поэтому в работе была поставлена задача изучить влияние содержания Sc на формирование фазового состава и структуру титана при термической обработке. Добавление скандия в титановые сплавы резко увеличивает их стоимость, поэтому часть скандия была заменена на другой элемент с низкой плотностью – алюминий. В работе рассмотрены сплавы системы Ti-6Al-Sc, содержащие от 2 до 8 масс.% скандия. Структура сплавов в литом состоянии с содержанием скандия вплоть до 8% представлена однофазным α -твердым раствором с пластинчатой морфологией частиц (рис. 1). Значение плотности изменяется от 4,34 г/см³ до в сплаве Ti-6Al-2Sc до 4,23 г/см³ в Ti-6Al-8Sc.



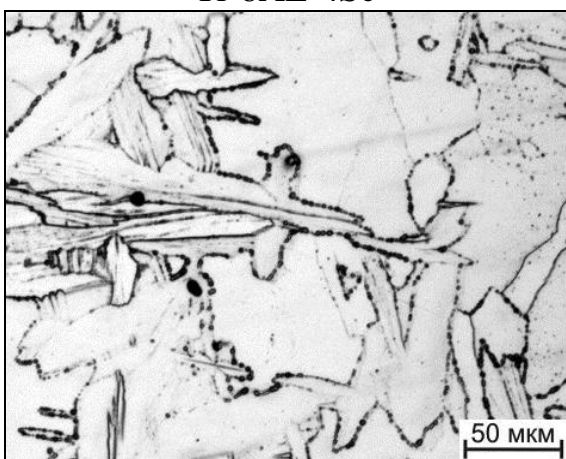
Ti-6AL-2Sc



Ti-6AL-4Sc



Ti-6AL-6Sc



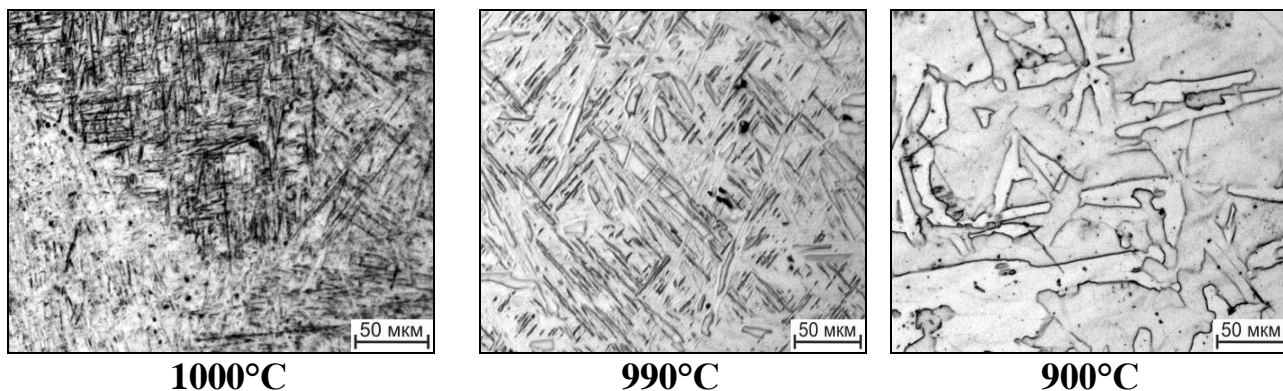
Ti-6AL-8Sc

Рисунок 1 Микроструктура сплавов системы Ti-6AL-Sc в литом состоянии

На следующем этапе работы было исследовано влияние температуры нагрева под закалку на формирование фазового состава и структуры сплавов системы Ti-6AL-Sc. Закалка образцов из сплава Ti-6AL-2Sc с температуры 1000°C приводит к образованию мартенсита, что свидетельствует о переходе сплава при этой температуре в однофазное β -состояние. Дальнейшее понижение температуры нагрева под закалку приводит к формированию твердого раствора замещения на основе α -Ti (Рис. 1).

Закалка с 1000°C сплава Ti-6AL-4Sc приводит к образованию мартенсита. При понижении температуры нагрева до 990°C в структуре после закалки обнаружено присутствие отдельных частиц глобулярной α -фазы и мартенсита, что свидетельствует о проведении закалки из двухфазной ($\alpha+\beta$)-области.

Дальнейшее понижение температуры нагрева приводит к формированию α -пластинчатой структуры (рис. 2).



1000°C

990°C

900°C

Рисунок 2 Микроструктура образцов из сплава Ti-6Al-4Sc после закалки с различных температур

На следующем этапе работы было исследовано влияние температуры нагрева под закалку на формирование фазового состава и структуры сплавов Ti-6Al-6Sc и Ti-6Al-8Sc. Закалка с 1000°C приводит к образованию мартенсита в обоих сплавах (рис. 3). В структуре сплава Ti-6Al-8Sc после закалки с температуры 975°C помимо мартенсита обнаружено небольшое количество α_{Sc} -фазы, а в сплаве Ti-6Al-6Sc сохраняется небольшое количество α_{Ti} -фазы после закалки с температуры 990°C.

Понижение температуры нагрева под закалку образцов из сплава Ti-Al-8Sc приводит к формированию ($\alpha_{Ti} + \alpha_{Sc}$)-структуры и чем ниже температура нагрева, тем меньше размер структурных составляющих (рис. 3). В сплаве Ti-6Al-6Sc в интервале температур нагрева под закалку 960-900°C формируется однофазное α -состояние, а при более низких – двухфазное $\alpha_{Ti} + \alpha_{Sc}$.

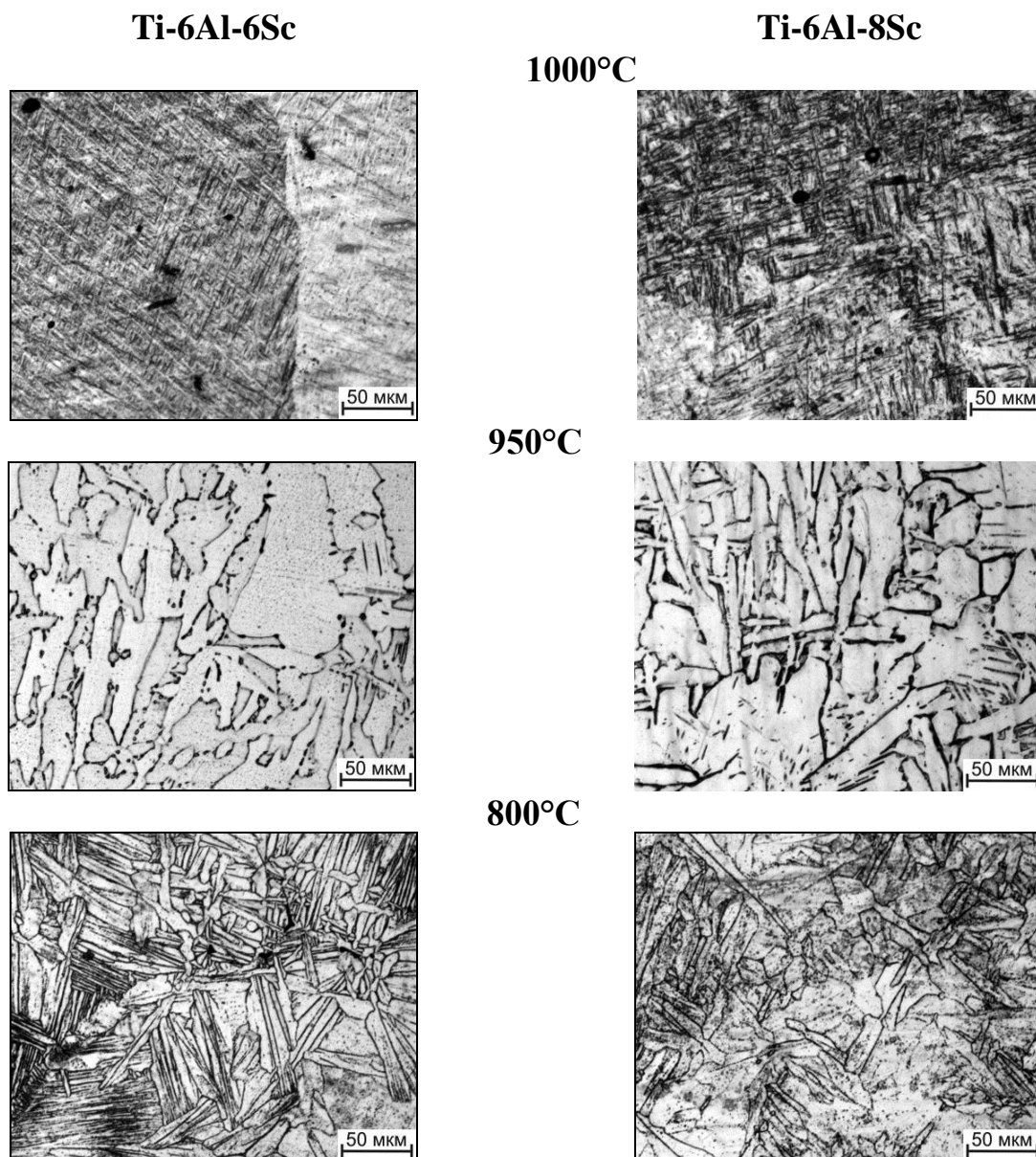


Рисунок 3 Микроструктура образцов из сплавов Ti-6Al-6Sc и Ti-6Al-8Sc после закалки с различных температур

На основании проведенных исследований был построен политермический разрез системы Ti-6Al-Sc.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. H.Q.Liu, D.Q.Yi, F.Zheng The influence of Sc on α/β transformation of Ti // Material science and Engineering A 487. 2008. P 58-63.
2. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов // М.: Металлургия. 1980. 320с.